APLIKASI METODE FLUORESCENCE IMAGING PADA AKAR BERBASIS LASER UNTUK MENDETEKSI TINGKAT KEKERINGAN PADA TANAMAN KELAPA SAWIT

Putriana Sari Pohan[1*], Minarni[2], Herman[3]
[1,2]Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau
[3]Jurusan BiologiFakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau

*E-mail korespondensi: putrianasaripohan28@gmail.com

ABSTRACT

A root imaging fluorescence system which consists of two wavelengths is built to detect the level of dryness in oil palm plants. The level of drought was simulated by giving different water volumes in oil palm plants every 10 days for 40 days, which were i0 mL (without watering), 500 mL, 1000 mL, 1500 mL, and 2000 mL (normal). This study aims to analyze the relationship between fluorescence intensity on plant roots to variations in volume and duration of treatment. This system consists of 405 nm and 650 nm diode lasers, ND filters, color filters, monochrome CMOS cameras, USB and image recorder application programs. The samples used were the 6-month-old palm oil seedlings of Tenera variety, where each variation of the volume of water contained 5 polybags of seedlings. Fluorescence intensity is represented by the gray value of the image of the root of oil palm which were taken on the 10th, 20th, 30th, and 40th days of water treatment. Two parts of the root namely the primary root and the secondary root of the 3 polybags each variation of the volume of water taken and cleaned then illuminated by a diode laser in a fluorescence imaging system. Root image is recorded and processed with imageJ software to get gray value. The results showed that the greater the volume of water, the greater the intensity value of fluorescence. The correlation value of fluorescence intensity to the variation of water volume for the wavelength of 405 nm and 650 nm is the primary root 0.90 and 0.95 while the secondary root is 0.95 and 0.96. The correlation value of fluorescence intensity to the treatment duration for each is the primary root 0.96 and 0.98 while the secondary roots are 0.98 and 0.96. The diode laser of 650 nm showed better response in drought detection than 405 nm light could be due to pigment contents of root.

Keywords : fluorescence imaging, variations in volume of water, duration of treatment, roots of oil palm plants, laser diodes

ABSTRAK

Sistem fluorescence imaging akar yang terdiri dari dua panjang gelombang dibangun untuk mendeteksi tingkat kekeringan pada tanaman kelapa sawit. Tingkat kekeringan disimulasikan dengan pemberian volume air yang berbeda pada tanaman kelapa sawit setiap 10 hari selama 40 hari yaitu 0 mL (tanpa penyiraman), 500 mL, 1000 mL, 1500 mL, dan 2000 mL (normal). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa hubungan antara intensitas fluoresensi pada akar tanaman yang dieksitasi cahaya terhadap variasi volume dan lama perlakuan. Sistem ini terdiri dari laser dioda ungu dan merah, filter ND, filter warna, kamera CMOS monokrom, USB dan program aplikasi perekam citra. Sampel yang digunakan adalah bibit tanaman kelapa sawit berumur 6 bulan varietas Tenera, dimana setiap variasi volume air terdapat 5 polybag bibit. Intensitas fluoresensi diwakili oleh nilai gray value dari citra akar kelapa sawit. Pada hari ke 10, 20, 30, dan 40 perlakuan volume air, dua bagian akar yaitu akar primer dan akar sekunder dari 3 polybag setiap variasi volume air diambil dan dibersihkan kemudian disinari laser dioda dalam sistem fluorescence imaging. Citra akar direkam dan diolah dengan software imageJ untuk mendapatkan gray value. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar volume air maka

semakin besar nilai intensitas fluoresensinya. Nilai korelasi intensitas fluoresensi terhadap variasi volume airuntuk panjang gelombang 405 nm dan 650 nm adalah akar primer 0,90 dan 0,95 sedangkan akar sekunder 0,95 dan 0,96. Nilai korelasi intensitas fluoresensi terhadap lama perlakuan untuk masing-masingadalah akar primer 0,96dan 0,98 sedangkan akar sekunder 0,98 dan 0,96. Laser dioda 650 nm menunjukkan respon yang lebih jelas dalam mendeteksi kekeringan dari Laser Dioda 405 nm karena pigmen isi akar.

Kata Kunci : fluorescence imaging, variasi volume air, lama perlakuan, Akar tanaman Kelapa Sawit, Laser dioda

PENDAHULUAN

Metode pencitraan fluoresensi telah dikembangkan pada bidang pertanian modern saat ini. Metode pencitraan fluoresensi merupakan salah satu metode yang menggunakan gelombang elektromagnetik dan kamera digital. Fluoresensi merupakan proses emisi cahaya terhadap molekul-molekul yang terdapat pada suatu zat. Metode ini dapat digunakan untuk mengevaluasi tingkat kematangan buah dan penentuan karakteristik tanaman[1]menggunakan metode pencitraan fluoresensi pada daun dari tanaman tembakau hijau yang mendapatkan cekaman air dan suhu. [2] menggunakan metode pencitraan fluoresensi untuk penentuan karakteristik akar dari tanaman Gandum. [3]menggunakan metode pencitraan fluoresensi untuk menganalisa pengaruh panjang gelombang laser terhadap penentuan tingkat kematangan buah sawit.

Sistem pencitraan fluoresensi terdiri dari beberapa komponen utama. Komponen-komponennya adalah sumber cahaya eksitasi, komponen optik pengirim dan pengumpul cahaya, filter emisi, dan detektor[4]. Sumber cahaya yang sering digunakan adalah LED, lampu halogen, dan Laser Dioda. Detektor yang digunakan adalah kamera digital. Kamera digital mempunyai sensor yang terbagi menjadi dua jenis yaitu sensor CCD dan sensor CMOS.

Pencitraan fluoresensi erat hubungannya dengan panjang gelombang eksitasi. Pencitraan fluoresensi melibatkan proses fluoresensi. Fluoresensi terjadi ketika cahaya diinduksikan ke material uji atau sampel. Material tersebut terdiri dari atom-atom atau molekul-molekul yang mempunyai tingkat-tingkat energi tertentu. Ketika cahaya mengenai zat, energi foton digunakan untuk mengeksitasi atom-atom atau molekul ke tingkat energi yang lebih tinggi.

Indonesia merupakan produsen kelapa sawit terbesar kedua di dunia setelah Malaysia. Sebanyak 85% lebih pasar dunia kelapa sawit dikuasai oleh Indonesia dan Malaysia [5]. Menurut [6]pada tahun 2017, diperkirakan Indonesia menghasilkan kelapa sawit sebesar 35.359.384ton dengan luas area 12.307.677 hektar. Salah satu wilayah terbesar penghasil kelapa sawit di Indonesia adalah wilayah Sumatera, dimana Riau menjadi salah satu daerah penghasil kelapa sawit terbesar di wilayah Sumatera.

Cekaman air mempengaruhi proses fisiologis dan biokimia tanaman kelapa sawit. Tanaman kelapa sawit termasuk ke dalam tanaman berbiji satu (monokotil) yang memiliki akar serabut. Sistem perakaran kelapa sawit dapat diuraikan menjadi empat jenis akar yaitu akar primer, akar sekunder, akar tersier, dan akar kuarter. Saat awal perkecambahan, akar pertama muncul dari biji yang berkecambah (radikula). Setelah itu, radikula akan mati dan membentuk akar utama atau primer. Selanjutnya akar primer akan membentuk akar sekunder, tersier, dan akar kuarter. Akar yang paling aktif menyerap air dan unsur hara adalah akar tersier dan akar kuarter yang berada di kedalaman 0-60 cm dengan jarak 2-3 meter dari pangkal pohon [7].

Sistem pencitraan fluoresensi pada akar kelapa sawit dibangun pada penelitian ini. Sistem ini digunakan untuk menganalisa pengaruh variasi panjang gelombang eksitasi

 ISBN : I978-979-792-691-5

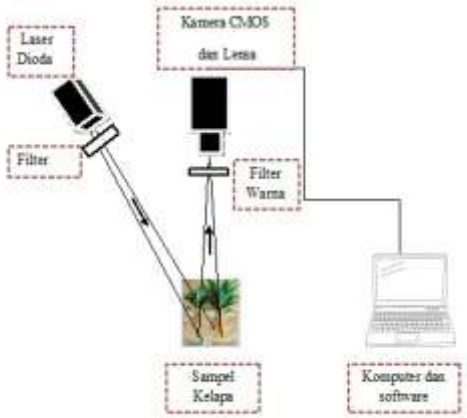
terhadap pendeteksian cekaman air pada akar kelapa sawit. Sistem ini terdiri dari sumber cahaya, komponen optik dan filter, detektor, dan laptop. Sumber cahaya yang digunakan adalah Laser Dioda dengan variasi panjang gelombang 405 nm, dan 650 nm, komponen optik seperti lensa kamera dan filter ND, dan detektor yaitu kamera CMOS. Citra yang ditampilkan pada komputer akan dianalisa menggunakan program ImageJ. Citra yang dihasilkan merupakan hubungan antara panjang gelombang dengan volume air dan pengambilan data berdasarkan hari pada akar kelapa sawit yang mendapatkan cekaman air. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa intensitas fluoresensi pada akar terhadap variasi volume air dan lama perlakuan pada tanaman kelapa sawit.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dimulai dengan merancang sistem optik yaitu pencitraan fluoresensi. Penelitian ini diawali dengan persiapan alat, penentuan sampel dan perlakuan sampel, perancangan sistem, perekaman citra, menganalisa data, dan kesimpulan.

Alat dan bahan yang digunakan adalah laser dioda 405 nm dan 650 nm, filter ND, filter magenta, Kamera CMOS, Program UC480viewer, laptop dan akar kelapa sawit serta alat penunjang lainnya. Bibit Kelapa Sawit yang digunakan adalah varietas Tenera berusia 6 bulan terletak dalam polybag sebanyak 25 sampel. Kelapa Sawit tersebut diberikan perlakuan dengan 5 macam volume air yaitu 0 (tanpa penyiraman) mL, 500 mL, 1000 mL, 1500 mL, dan 2000 mL (disiram setiap hari).

Pengambilan citra pada tanaman kelapa sawit dilakukan pada hari 10, 20, 30, dan 40. Setiap sampel diambil dua macam akar yaitu akar primer dan sekunder. Setiap volume air terdiri dari 5 sampel tetapi 3 sampel yang akan diuji untuk setiap pemberian air selama 40 hari.



Gambar 1. Sistem Fluoresensi Imaging

Gambar 1 adalah sistem pencitraan fluoresensi yang digunakan. Laser Dioda diarahkan pada sampel akar kelapa sawit dengan 2 variasi panjang gelombang yaitu 405 nm dan 650 nm dilakukan secara bergantian. Pada Laser Dioda diberikan didepannya filter ND agar intensitas cahaya Laser Dioda yang dihasilkan berkurang. Kamera CMOS diletakkan tegak lurus dengan sampel agar didapatkan citra fluoresensi yang lebih baik. Di depan kamera juga diletakkan filter warna magenta dan lensa kamera. Filter warna magenta berfungsi untuk melewatkan cahaya fluoresensi pada rentang panjang gelombang yang diinginkan.

Citra yang berhasil ditangkap kamera akan disimpan di dalam komputer atau laptop yang sudah terhubung melalui kabel USB dalam bentuk format JPEG. Detektor yang digunakan adalah kamera CMOS yang menangkap sinyal berupa cahaya kemudian menghasilkan gambar citra. Hasil dari fluoresensi akan berbentuk JPEG dan kemudian diolah softwareImageJ yang diwakili dengan nilai keabu-abuan (gray value) dari intensitas fluoresensi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan Intensitas Fluoresensi terhadap Variasi Volume Air

ISBN : I978-979-792-691-5

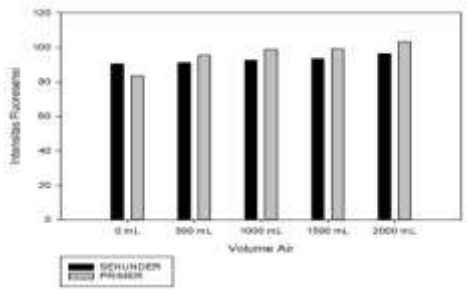
Penelitian ini menggunakan bibit kelapa sawit varietas Tenera dengan pemberian lima variasi air yaitu 0 mL, 500 mL, 1000 mL, 1500 mL, dan 2000 mL untuk masing-masing lima sampel. Tiga dari lima sampel yang dijadikan bahan penelitian untuk masing-masing akar primer dan akar sekunder.

Tabel 1 Nilai Intensitas Fluoresensi Rata-rata pada Laser Dioda 405 nm

Volume Air	Intensitas Fluoresensi LD 405 nm	
	Primer	Sekunder
0 mL	83.71038889	90.53755556
500 mL	95.61091668	91.08013889
1000 mL	98.92566667	92.67311
1500 mL	99.29341668	93.37621296
2000 mL	103.2679444	96.51927778

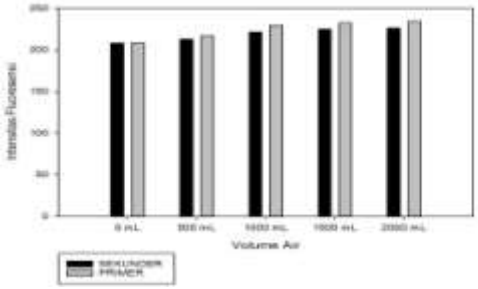
Tabel 2. Nilai Intensitas Fluoresensi Rata-rata pada Laser Dioda 650 nm

Volume Air	Intensitas Fluoresensi LD 650 nm	
	Primer	Sekunder
0 mL	208.4178889	208.3287778
500 mL	217.36425	212.7121944
1000 mL	229.6673333	221.509
1500 mL	232.3361111	224.9906667
2000 mL	234.4666389	226.1056944



Gambar 2. Grafik Nilai Intensitas Fluoresensi pada Akar Primer dan Akar Sekunder untuk semua Volume Air Menggunakan Laser Dioda 405 nm

Intensitas fluoresensi dari lima variasi volume air pada akar primer dan akar sekunder dapat ditunjukkan oleh tabel diatas. Tabel ini menunjukkan nilai intensitas fluoresensi terhadap variasi volume air selama perlakuan 40 hari dari Laser Dioda 405 nm dan Laser Dioda 650 nm. Tabel tersebut menunjukkan nilai intensitas fluoresensi antara akar primer dan akar sekunder yang mengalami kenaikan berdasarkan volume air yang semakin besar.



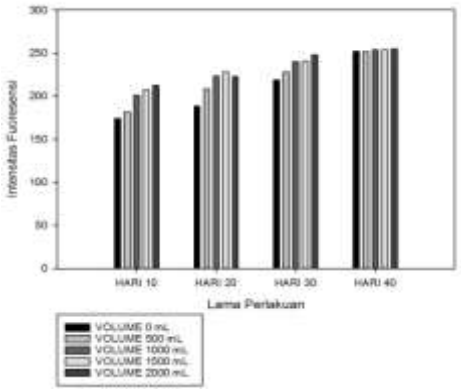
Gambar 3. Intensitas fluoresensi pada akar primer dan akar sekunder untuk semua volume air menggunakan laser dioda 650 nm

Gambar 2 dan 3 menjelaskan bahwa akar primer maupun akar sekunder mengalami kenaikan nilai intensitas fluoresensi. Perbedaan pemberian volume air pada akar kelapa sawit dapat mempengaruhi perkembangan akar dan penyerapan cahaya. Volume pemberian air pada tanaman hendaknya sesuai dengan kebutuhan tanaman tersebut. [8] menyatakan bahwa pemberian air dalam kondisi optimal memungkinkan hormon perentang untuk aktif. Hormon perentang akan memacu sel memanjang dan dinding sel bertambah tebal, sehingga akan mempercepat pertumbuhan sistem perakaran, daun, dan batang. Hal ini mengakibatkan akar kelapa sawit yang mengalami kekurangan air akan menyerap cahaya lebih sedikit dibandingkan kondisi mendekati normal sehingga akar kelapa sawit pada volume 2000 mL memiliki nilai intensitas fluoresensi lebih tinggi dibandingkan volume 0 mL. Nilai korelasi intensitas fluoresensi terhadap variasi volume air untuk panjang gelombang 405

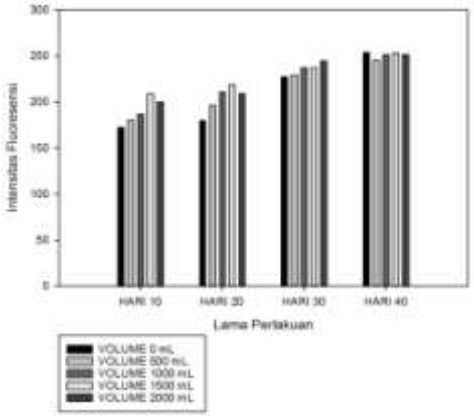
 ISBN : I978-979-792-691-5

nm dan 650 nm adalah akar primer 0,90 dan 0,95 sedangkan akar sekunder 0,95 dan 0,96.

Hubungan Intensitas Fluoresensi terhadap Waktu Pengambilan

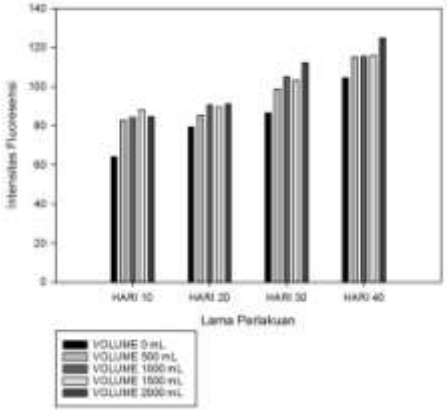


Gambar 4. Grafik akar primer pada laser dioda 650 nm mulai hari ke-10 sampai hari ke-40 dengan seluruh volume air

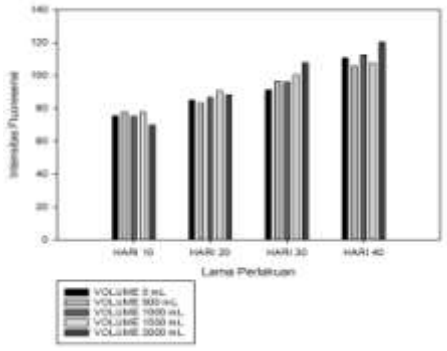


Gambar 5. Grafik akar sekunder pada laser dioda 650 nm mulai hari ke-10 sampai hari ke-40 dengan seluruh volume air

Kekeringan air yang dialami oleh suatu tanaman dapat dilihat dari perkembangan akar tanaman tersebut. Menurut [9]mengatakan bahwa terjadinya pertambahan tinggi pada tanaman disebabkan oleh pembesaran ukuran sel dan peningkatan jumlah sel. Namun jika tanaman mengalami kekurangan air, perkembangan sel tersebut akan kurang maksimum yang mengakibatkan penyerapan hara dan pembelahan sel terhambat. Pembelahan sel atau penyerapan hara dapat mempengaruhi pertumbuhan sistem perakaran. Menurut [10] mengatakan bahwa perakaran tanaman berkembang dengan baik karena akar tanaman mampu menyerap unsur hara dan air dengan baik. Kondisi air yang kurang baik akan mengakibatkan akar tersebut lebih banyak dan lebih panjang untuk memperluas daerah perakaran sehingga menemukan persediaan air yang mencukupi untuk pertumbuhan sel sehingga akar tersebut semakin hari semakin besar nilai intensitas fluoresensinya. Hal ini dapat dilihat dari pengambilan data berdasarkan hari pada akar kelapa sawit mulai hari ke-10 sampai hari ke-40 untuk semua volume air. Gambar 3 dan 4 menunjukkan grafik akar primer dan akar sekunder pada Laser Dioda 650 nm sedangkan 5 dan 6 merupakan grafik akar primer dan akar sekunder pada Laser Dioda 405 nm.



Gambar 6. Grafik Akar Primer pada laser dioda 405 nm mulai hari ke-10 sampai hari ke-40 dengan seluruh volume air



Gambar 7. Grafik akar sekunder pada laser dioda 405 nm mulai hari ke-10 sampai hari ke-40 dengan seluruh volume air

ISBN : I978-979-792-691-5

Gambar 3 dan 4 menunjukkan grafik akar primer dan akar sekunder pada Laser Dioda 650 nm sedangkan 5 dan 6 merupakan grafik akar primer dan akar sekunder pada Laser Dioda 405 nm.Nilai intensitas fluoresensi terlihat meningkat seiring bertambahnya waktu pengambilan dan pemberian volume air yang diberikan pada tanaman kelapa sawit. Pada Laser Dioda 650 nm untuk akar primer terjadi peningkatan nilai intensitas fluoresensi pada volume 2000 mL sebesar 253.2353333a.u pada hari ke-40 sebagai kontrol, sedangkan nilai paling rendah pada volume 0 mL sebesar 195.2033556a.u pada hari ke-10 tanpa disiram. Pada akar sekunder terjadi peningkatan nilai intensitas fluoresensi pada volume 2000 mL sebesar 250.9428444a.u pada hari ke-40 sebagai kontrol, sedangkan nilai paling rendah pada volume 0 mL 189.7215111a.u pada hari ke-10 tanpa disiram. Pada Laser Dioda 405 nm untuk akar primer terjadi peningkatan nilai intensitas fluoresensi pada volume 2000 mL sebesar 115.3057334a.u pada hari ke-40 sebagai kontrol, sedangkan nilai paling rendah pada volume 0 mL sebesar 80.83146667a.u pada hari ke-10 tanpa disiram. Pada akar sekunder terjadi peningkatan nilai intensitas fluoresensi pada volume 2000 mL sebesar 111.3277778a.u pada hari ke-40 sebagai kontrol, sedangkan nilai paling rendah pada volume 0 mL 75.15811111a.u pada hari ke-10 tanpa disiram. Hal ini menunjukkan perbedaan nilai intensitas fluoresensi antara akar kelapa sawit pada hari ke 10, ke 20, ke 30, dan ke 40.Nilai korelasi intensitas fluoresensi terhadap lama perlakuan untuk masing-masing adalah akar primer 0,96 dan 0,98 sedangkan akar sekunder 0,98 dan 0,96.

KESIMPULAN

Sistem Fluorescence Imaging telah dibangun untuk mendeteksi tingkat kekeringan pada tanaman kelapa sawit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar volume air maka semakin besar nilai intensitas fluoresensinya. Nilai korelasi intensitas fluoresensi terhadap variasi volume air untuk panjang gelombang 405 nm dan 650 nm adalah akar primer 0,90 dan 0,95 sedangkan akar sekunder 0,95 dan 0,96. Nilai korelasi intensitas fluoresensi terhadap lama perlakuan untuk masing-masing adalah akar primer 0,96 dan 0,98 sedangkan akar sekunder 0,98 dan 0,96. Pendeteksian menggunakan panjang gelombang 650 nm lebih responsif dibandingkan menggunakan laser 405 nm, ini mungkin disebabkan kandungan pigmen akar selain kandungan air.

REFERENSI

1. Lang, M et al. 1996. Fluorescence Imaging of Water and Temperature Stress in Plant Leaves. J Plant Physiol. Vol. 148. pp. 613-621.
2. Wasson, et al. 2015. A Portable Fluorescence Spectroscopy Imaging System For Automated Root Phenotyping In Soil Cores In The Field. Journal of Experimental Botany. Australia of Agriculture. 67 (4) : 1033-1043.
3. Auliya, A. 2016. Analisa Pengaruh Panjang Gelombang Laser Terhadap Hubungan Intensitas Fluoresensi dengan Tingkat Kematangan Buah Sawit Menggunakan Metode Pencitraan Fluoresensi. Skripsi. Pekanbaru.
4. Albani, R., J. 2007. Principles and Applications of Fluorescence Spectroscopy. Molecular Biophisycs Laboratory of Science and Technology University Lille France. Blackwell Publishing Company.
5. Pahan, I. 2007. Panduan Lengkap Kelapa Sawit :Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir. Penebar Swadaya : Jakarta.
6. Direktorat Jenderal Perkebunan. 2016. Statistik Perkebunan Indonesia Tree Crop Estate Statistics Of Indonesia. http : //ditjenbun.pertanian.com.
7. Effendi, R.L. dan Widanarko, A. 2011. Buku Pintar Kelapa Sawit. PT. Agro Media Pustaka. Jakarta.
8. Harjadi. 1986. Pengantar Agronomi.

 ISBN : I978-979-792-691-5

Departemen Agronomi Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
9. Gardner, F.P., R.B. Pearce dan R.H. Mitchel. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
10. Azlansyah, B. 2013. Pengaruh lama pengomposan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) terhadap pertumbuhan dan perkembangan bibit kelapa sawit (Elaeiss guineensis Jacq.). Skripsi. Pekanbaru.